

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
БРЕСТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Кафедра водоснабжения, водоотведения и теплоснабжения

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к выполнению курсового проекта

“Водоотводящая сеть города”

(с применением ЭВМ)

**по дисциплинам “Водоотводящие системы и
сооружения” и “Водоотведение и очистка сточных
вод” для специализации Т.19.06.01, Т.19.06.03 и
Т.19.06.04 дневного и заочного обучения**

Брест 2001

УДК 628.523

Методические указания составлены в помощь студентам специальности Т.19.06.00. Они включают описание существующих систем водоотведения, дают пояснения к расчету и проектированию полной раздельной системы канализационной сети. Описаны обоснование и выбор схемы канализации, принципы проведения трассировки сети, приведены методики определения расчетных расходов хозяйственно-бытовых и ливневых сточных вод, излагаются гидравлические расчеты коллекторов, дается пример оформления продольного профиля.

В методических указаниях также рассмотрен вопрос расчета бытовой канализационной сети с помощью ЭВМ.

Основная цель методических указаний – оказать помощь студентам при самостоятельной их работе по выполнению курсового проекта “Водоотводящая сеть города”.

Составители: В.Н. Яромский, доцент, к.т.н.

Л.Л. Пойта, доцент.

В.Л. Ковальчук, ст. преподаватель

Рецензент: главный инженер БКУП ВКХ Лащ В.А.

© Учреждение образования

«Брестский государственный технический университет 2001»

ВВЕДЕНИЕ

Одной из важных отраслей городского хозяйства являются водоснабжение и канализация. Отечественными учеными, инженерами, техниками, рационализаторами проделана большая работа в области транспортирования и очистки сточных вод. Созданы новые конструкции, предложены новые методы расчета, строительство осуществляется по технически совершенным проектам.

Выполняя курсовой проект, студенты должны научиться пользоваться нормативной литературой, широко использовать новейшие достижения науки и техники.

Больше внимания уделять вопросам снижения стоимости работ, экономии металла, энергетических ресурсов, строительных материалов; улучшению качества строительства и надежности.

Все это позволяет будущим специалистам в области водоснабжения и канализации глубже овладеть знаниями, творчески подойти к решению вопросов, связанных с их будущей работой.

Курсовое проектирование предназначено для закрепления и обобщения знаний, полученных студентом во время теоретического обучения. Выполняя курсовой проект, студенты должны научиться практически применять полученные знания для комплексного решения конкретного инженерного задания.

Только вооруженные глубокими знаниями на уровне современных достижений науки и техники в Республике и за рубежом специалисты в области водоснабжения и канализации сумеют выполнить поставленные перед ними задачи.

1. СОСТАВ И ОБЪЕМ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

В состав проекта входит решение вопросов:

- выбор и обоснование системы водоотведения;
- описание схемы проектируемой системы водоотведения;
- трассировка сетей, отводящих хозяйственно-бытовые и производственные сточные воды с территории города;
- определение площадей кварталов;
- определение расчетных расходов от объектов водоотведения: коммунально-бытовых, общественных и административных зданий; промышленных предприятий;

- определение модуля стока и расходов по участкам сети;
- гидравлический расчет и построение профилей одного из главных коллекторов и двух диктующих боковых присоединений (по согласованию с руководителем);
- определение местоположения насосных станций, составление таблицы притока сточных вод по часам суток на ГНС и нахождение емкости ее приемного резервуара;
- расчет ливневой сети для одного из бассейнов стока, включая описание трассировки, определение расчетных расходов, методику и гидравлический расчет одного из коллекторов и двух притоков к нему, составление профилей расчетных коллекторов;
- конструирование одного из сооружений на канализационной сети (по указанию руководителя);
- определение основных технико-экономических показателей;
- расчет сети на ЭВМ.

Объем курсового проекта:

- графическая часть составляет два листа формата А1:
 - 1) генплан города с нанесением водоотводящих сетей, насосных станций, площадки очистных сооружений;
 - 2) конструкция одного из сооружений на сети (план и разрез);
- расчетно- пояснительная записка на 30-35 страницах. Оформляется чернилами одного цвета, вначале записки прикладывается задание на разработку проекта, выданное руководителем.

Пояснительная записка оформляется в соответствии со стандартом университета, а графическая часть - в соответствии с ГОСТ 21.604-82. Продольные профили расчетных коллекторов строятся на миллиметровой бумаге по ГОСТ 21.604-82.

2. СИСТЕМЫ ВОДООТВЕДЕНИЯ

Под системой водоотведения понимают решение вопроса о совместном или раздельном отведении различных категорий сточных вод. Системы делятся на общесплавную, раздельную, полураздельную и комбинированную.

При общесплавной системе все сточные воды сплавляются по одной общей системе труб.

При раздельной системе атмосферные и условно чистые производственные воды отводятся по одной сети труб, а хозяйственно-бытовые и произ-

водственные воды - по другой, т.е. устраиваются две самостоятельные канализационные сети: хозяйственно-бытовая и дождевая.

Неполная раздельная применяется для отвода только наиболее загрязненных хозяйственно-бытовых и производственных сточных вод, а атмосферные вод стекают по естественному стоку, кюветом проездов, открытым лоткам, канавам и тальвегам.

Полураздельная система представляет собой раздельную систему, но с устройством дождеборных камер, с помощью которых первые порции наиболее загрязненных дождевых сточных вод автоматически направляются в сеть хозяйственно-бытовых и загрязненных производственных сточных вод, а затем отводятся по единому коллектору на очистные сооружения. Последующие сравнительно чистые дождевые воды сбрасываются непосредственно в водоем.

Комбинированные системы предполагают устройство в разных районах населенного пункта сетей по различной системе, в зависимости от степени благоустройства населенного пункта, рельефа местности, характера застройки.

Согласно заданию в данном курсовом проекте следует запроектировать сеть по полной раздельной системе водоотведения. Сточные воды от всего города необходимо направить на единые очистные сооружения (централизованная канализация). При этом следует исходить из условия самотечного отведения сточных вод к очистным сооружениям. Перекачка может быть предусмотрена лишь при неблагоприятном рельефе местности.

3. ХОЗЯЙСТВЕННО-БЫТОВАЯ И ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ СЕТЬ ГОРОДА

Предназначена для отведения загрязненных сточных вод от жилой застройки, коммунальных и промышленных предприятий.

3.1. Выбор схемы и трассировка сети

Схема водоотведения зависит в основном от рельефа местности и может быть перпендикулярной, пересеченной, параллельной, зонной, радиальной. Кроме того - централизованной, когда все сточные воды отводятся на одни очистные сооружения, и децентрализованной при устройстве двух и более очистных станций.

Трассировкой сети называется ее начертание на генеральном плане. Трассировка является одним из важнейших этапов проектирования канализа-

ции населенных пунктов. Начертание сети связано с рельефом местности, характером застройки, размерами кварталов. Применяются следующие приемы начертания сети: по объемлющей схеме, по пониженной стороне и черезквартальная трассировка.

Трассировка по объемлющей схеме применяется при больших размерах кварталов и плоском рельефе местности. При хорошо выраженном рельефе местности применяется трассировка по пониженной стороне. Наиболее рациональным приемом начертания сети является черезквартальная трассировка. Однако, ее применение возможно лишь при наличии детального проекта застройки кварталов.

Трассировка производится в следующей последовательности: выбирается место размещения площадки очистных сооружений, затем трассируют главный коллектор, а затем коллекторы бассейнов стока и в последнюю очередь уличную сеть. Во всех случаях исходят из условий самотечного движения сточных вод по трубам на всей территории города при их минимальной протяженности. При этом стараются предопределить минимальный объем земляных работ при строительстве сети. При трассировке на местности с плоским рельефом следует учитывать длины боковых притоков с тем, чтобы некоторые из них не имели заглубления большего, чем главный коллектор.

В крупных городах со сложным рельефом местности может оказаться целесообразным устройство нескольких насосных станций и очистных сооружений. Тогда число главных коллекторов и коллекторов бассейна канализования, их направление будет зависеть от числа и места расположения площадок очистных сооружений и насосных станций.

При трассировке следует учитывать грунтовые условия: наибольшая глубина заложения при открытых способах прокладки сети не должна превышать в скальных грунтах 4-5 м, в мокрых и пlyingунах - 5-6 м и при сухих не скальных - 7-8 м.

При больших заглублениях коллекторов возникает необходимость в устройстве насосных станций перекачек. Устройство насосных станций перекачек необходимо и в том случае, если часть микрорайонов расположена на обратных скатах.

Следует, также, иметь в виду, что чем больше диаметр коллектора, тем меньше уклон требуется для создания самоочищающей скорости. Поэтому следует избегать прокладки длинных коллекторов с малым расходом сточных вод. С целью более быстрого нарастания в коллекторе расчетного наполнения

трассировка сети производится змейкообразно. В этом случае начертание главного коллектора производят в гуще селитебной территории.

В пределах застройки коллекторы трассируют по городским проездам, а уличную сеть - по наикратчайшему расстоянию от водоразделов, по возможности с уклоном местности.

3.2. Определение расчетных расходов.

3.2.1. Определение расходов от населения, постоянно проживающего в данном городе

Расчетный расход сточных вод от постоянно проживающего населения может быть вычислен по удельному расходу или модулю стока. Считают, что весь расход сточных вод от жилых кварталов поступает в сеть пропорционально площади стока и в начале расчетного участка.

Удельный расход или модуль стока находят по формуле:

$$q_{уд} = \frac{n * P}{86400}, \text{ л/с га} \quad (1)$$

где n - норма водоотведения (принимается по СНИП в зависимости от степени благоустройства и климатических условий), л/сут чел.; P - плотность населения, чел/га.

Норма водоотведения включает все расходы на хозяйственно-бытовые нужды, в том числе и те, которые расходуются вне дома: в столовой, бане, прачечной, поликлинике, больнице, школе и др. Для уточнения расчетных расходов и определения истинной нормы водоотведения от жилой застройки данного района предварительно определяют средние суточные расходы в этих зданиях. Вычисление этих расходов производится в табличной форме (табл.1) и учитываются они на участке как сосредоточенные.

Таблица 1

Определение сосредоточенных расходов, входящих в норму водоотведения

Обозначение по генплану	Назначение здания	Ед. измерения	Пропускная способность	Норма расхода воды на ед-цу, л	Продолжительность раб., час	Коэффициент неравномерности	Расходы
-------------------------	-------------------	---------------	------------------------	--------------------------------	-----------------------------	-----------------------------	---------

			по рас- чету	типо- вая				сред- несу- точ- ный, л/сут	расчет ный, л/с
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Расход за сутки определяют по формуле:

$$Q_{\text{ком}} = n \cdot m, \text{ л/сут} \quad (2)$$

где n - норма водоотведения от коммунального предприятия, л на 1 единицу;
 m - производительность данного коммунального предприятия.

Остаточная норма водоотведения определяется:

$$n_{\text{ост}} = n - \frac{\sum Q_{\text{ком}}}{N}, \text{ л/сут} \quad (3)$$

где N - число жителей.

Затем определяется новый модуль стока, уточненный:

$$q'_{\text{уд}} = \frac{n_{\text{ост}} \cdot P}{86400}, \text{ л/с*га} \quad (4)$$

Если в городе несколько районов с разной нормой водоотведения, то расходы $q'_{\text{уд}}$ и уточненную норму водоотведения вычисляют отдельно по каждому району.

Средний путевой расход от жилой застройки - это произведение уточненного модуля стока ($q'_{\text{уд}}$) на соответствующую площадь стока.

Таким образом прежде всего необходимо определить величины площадей стока. Площади стока для любого участка сети определяются в зависимости от начертания сети. При трассировке по пониженной стороне вся площадь считается тяготеющей к данному участку. При начертании сети по объемлющей схеме кварталы делятся на площади стока биссектрисами углов и линиями, соединяющими точки пересечения биссектрис. Одновременно кварталы нумеруются. При наличии в квартале нескольких площадей стока, каждая площадь стока обозначается буквой русского алфавита по часовой стрелке (рис.1).

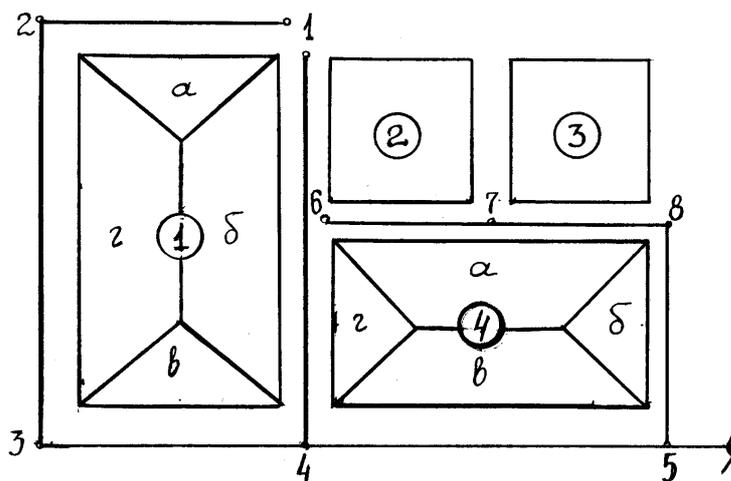


Рис.1

Величины площадей стока и среднего расхода заносятся в таблицу 2.

Таблица 2.

Определение средних расходов с площадей стока

Номера кварталов	Шифр площади стока	Величина площади стока, га	Удельный расход, $q_{уд}$, л/с*га	Средний расход с площади, стока л/с
1	2	3	4	5

3.2.2. Определение расходов от населения, временно проживающего в городе

Величины расчетных сосредоточенных расходов от коммунальных предприятий, не входящих в норму водоотведения (гостиницы, вокзалы, гаражи), определяются по формуле (5) и сводятся в таблицу 3.

$$q_{расч} = \frac{Q_{ср.сут}}{T \cdot 3600} \cdot K, \text{ л/с} \quad (5)$$

где $Q_{ср.сут}$ - среднесуточный расход, л/сут, определяемый по формуле (2); T - продолжительность работы, час; K - коэффициент неравномерности.

Таблица 3.

Определение сосредоточенных расходов, не входящих в норму водоотведения

Обозначение по ген-плану	Назначение здания	Ед. измерения	Пропускная способность		Норма расхода воды на ед-цу, л	Продолжительность раб., час	Коэффициент неравномерности	Расходы	
			по расчету	типовая				среднесуточный, л/сут	расчетный, л/с
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

3.2.3. Определение расходов от промышленных предприятий

Сосредоточенные расходы от промышленных предприятий определяют как сумму: производственных, бытовых и душевых.

1) **Расходы производственных сточных вод** вычисляют по формулам:

$$\text{среднесуточный} - Q_{\text{произ.}} = n^{\text{пр.}} * M, \text{ м}^3/\text{сут} \quad (6)$$

где $n^{\text{пр}}$ - норма водоотведения на единицу продукции в м^3 ; M - производительность предприятия;

$$\text{среднечасовой} - Q_{\text{произ.}}^{\text{ср.час}} = \frac{n^{\text{пр}} * M}{T}, \text{ м}^3/\text{час} \quad (7)$$

где T - число часов работы промпредприятия;

$$\text{расчетный секундный} - q_{\text{произв}} = \frac{n^{\text{пр}} * M' * K_{\text{час}} * 1000}{T * 3600}, \text{ л/с} \quad (8)$$

где $K_{\text{час}}$ - коэффициент часовой неравномерности; M' - производительность предприятия в смену с максимальной выработкой; T' - число часов работы в смену с максимальной выработкой.

2) **Расходы бытовых сточных вод** на промпредприятиях определяют по формулам:

$$\text{суточный} - Q_{\text{быт.}} = \frac{25 * N_1 + 45 * N_2}{1000}, \text{ м}^3/\text{сут} \quad (9)$$

где N_1 и N_2 - количество работающих в сутки соответственно в холодных и горячих цехах с нормой водоотведения 25 и 45 л на одного человека;

максимальный часовой –

$$Q_{\text{быт.}}^{\text{макс.час}} = \frac{25 * N_3 * K_1 + 45 * N_4 * K_2}{T' * 1000}, \text{ м}^3/\text{час} \quad (10)$$

где N_3 и N_4 - количество работающих в смену с максимальной выработкой соответственно в холодных и горячих цехах; K_1 и K_2 - коэффициенты часовой неравномерности в холодных и горячих цехах;

$$\text{расчетный секундный} - q_{\text{быт.}} = \frac{25 * N_3 * K_1 + 45 * N_4 * K_2}{T' * 3600}, \text{ л/с} \quad (11)$$

3) **Расходы душевых сточных вод** предприятия определяют по формулам:

$$\text{среднесуточный} - Q_{\text{душ.}} = \frac{40 * N_5 + 60 * N_6}{1000}, \text{ м}^3/\text{сут} \quad (12)$$

где: 40 и 60 литров на одного человека - норма водоотведения душевых вод соответственно в холодных и горячих цехах; N_5 и N_6 - количество рабочих, пользующихся душем в холодных и горячих цехах в сутки;

среднечасовой -
$$Q_{\text{душ. ср. час.}} = \frac{40 * N_7 + 60 * N_8}{1000}, \quad \text{м}^3/\text{час} \quad (13)$$

где: N_7 и N_8 - число рабочих, пользующихся душем в смену с максимальным числом работающих;

расчетный секундный -
$$q_{\text{душ}} = \frac{40 * N_7 * K + 60 * N_8 * K}{45 * 60}, \quad \text{л/с} \quad (14)$$

где: 45 минут - время помывки. Водоотведение душевых сточных вод осуществляется в час, следующий за окончанием смены. K - коэффициент неравномерности. Для душевых вод принимается равным 1.

Результаты расчетов заносятся в таблицы 4 и 5.

Таблица 4

Определение расходов производственных сточных вод

Наименование предприятия	№ смен	Продолжительность смены	Ед. Измерения продукции	Число продукции, выпущенной в смену	Норма водоотведения на единицу продукции, м^3	Расход воды в смену, м^3	Расход воды за час, м^3	Коэффициент неравномерности	Расчетный расход, л/с
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Таблица 5

Определение бытовых и душевых сточных вод предприятия

Наименование цехов	№ смены	Продолжительность смены, час.	Число работающих и служащих в смену	Бытовые сточные воды				Число рабочих, пользующихся душем	Душевые сточные воды			
				Норма водоотведения, л	Расход воды в смену, м^3	К-т часовой неравномерности	Расчетный расход, л/с		Норма водоотведения, л	Расход воды в смену, м^3	К-т часовой неравномерности	Расчетный расход, л/с
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13

Суммарный расчетный расход сточных вод от промпредприятия определяется по смене с максимальным водоотведением (обычно по первой смене, длящейся с 8 до 16 часов):

$$Q_{\text{пром.}} = Q_{\text{произ.}} + Q_{\text{быт.}} + Q_{\text{душ.}}, \text{ л/с.} \quad (15)$$

3.2.4. Определение расчетных расходов по участкам сети

Общий средний расход сточных вод для каждого расчетного участка определяется как сумма трех расходов; путевого - поступающего в расчетный участок от жилой застройки, расположенной по пути; бокового - поступающего от присоединяемых боковых линий сети и транзитного - поступающего от вышерасположенных участков по величине равной общему среднему расходу предыдущего участка.

Умножая общий средний расход на коэффициент неравномерности, принимаемый по СНиП, получают расчетный расход от жилой застройки. Прибавляя к нему расчетные сосредоточенные расходы, получают общий расчетный расход по участку.

Все расчеты заносят в таблицу 6.

Таблица 6

Определение расчетных расходов по участкам сети

№ расчетных участков	Шифры площадей стока, № участков, характер. определения расходов			Средние расходы, л/с				Общий к-т неравномерности	Расчетные расходы, л/с			
	путевых	боковых	транзитных	путевые	боковые	транзитные	общие		от жилой застройки	сосредоточенные		суммарные
										боковые	транзитные	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13

3.3. Определение глубины заложения водоотводящих сетей

Наименьшую глубину заложения лотка труб принимают: при диаметре труб до 500 мм на 0,3 м, а при больших диаметрах - на 0,5 м выше наибольшей глубины промерзания грунта. Однако глубина заложения трубопровода, считая от планировочной отметки до верха трубы, не должна быть меньше 0,7 м во избежание повреждения наземным транспортом.

Наибольшую глубину заложения самотечных коллекторов рекомендуется принимать при открытом способе производства работ: до 4,5 м в скальных грунтах, до 5-6 м в мокрых и пльвунах, до 7-8 м в сухих песчаных.

Начальная глубина заложения определяется по формуле:

$$H_0 = h_{\text{вып.}} + i \cdot (L+l) + \Delta + z_1 - z_2, \text{ м} \quad (16)$$

где $h_{\text{вып.}}$ - глубина заложения выпуска из здания, м; i - уклон дворовой или внутриквартальной сети; L - длина внутриквартальной сети, м; l - длина ветки от контрольного колодца до расчетной точки, м; Δ - перепад между лотками труб внутриквартальной ветки и уличного коллектора, м; z_1 и z_2 - отметки поверхности земли соответственно у колодца уличной сети и у наиболее удаленного колодца внутриквартальной сети, м.

3.4. Гидравлический расчет хозяйственно-бытовой канализационной сети

При гидравлическом расчете определяют диаметры и уклон труб, скорость движения и наполнения воды в них, потери напора на отдельных участках, а также вычисляют отметки лотков трубопроводов в колодцах и глубину их заложения.

Расчетные скорости движения воды и уклоны сетей назначаются согласно норм [4]. Хозяйственно-бытовая и производственная канализационные сети рассчитываются на неполное наполнение, принимаемое в зависимости от диаметра по [4].

Гидравлический расчет производится по расчетным таблицам [3]. Расчет ведется для главного и отводного коллекторов, а также для двух-трех диктующих линий.

Данные гидравлического расчета сводятся в таблицу 7.

Таблица 7

Гидравлический расчет хозяйственно-бытовой канализационной сети

№ участка	Длина, м	Расчетный расход, л/с	Уклон, i	Диаметр, мм	Скорость, м/с	Наполнение		Падение уклона, м $h' = i \cdot l$
						h/D	$h, \text{ м}$	
1	2	3	4	5	6	7	8	9

Отметки, м						Глубина заложения, м		
Поверхности земли		Поверхности воды или шельги		Поверхности лотка		в начале	в конце	средняя
в начале	в конце	в начале	в конце	в начале	в конце			
10	11	12	13	14	15	16	17	18

Расчетные участки в местах их соединения, а также в местах присоединения боковых притоков, должны выравниваться по расчетному уровню воды или по шельгам. Во всех случаях соединения труб в колодце дно лотка входной трубы не должно быть ниже дна лотка выходной трубы.

Переходя от участка к участку, следует стремиться к тому, чтобы скорости течения по возможности постепенно нарастали по длине коллектора.

При проектировании канализационной сети следует выполнять и другие технико-экономические условия: обеспечить наименее возможную по техническим условиям глубину заложения сети; не превышать при больших уклонах местности предельно допустимые для выбранного материала труб скорости движения сточных вод; уменьшать количество насосных станций.

3.5. Построение продольных профилей.

Профиль сети изображают в виде ее развертки по оси трубопровода. Построение продольного профиля ведется одновременно с гидравлическим расчетом. Отметки поверхности земли берутся с плана города в горизонталях. Все отметки: дна лотка, поверхности воды, шельги трубы и др. - записываются с точностью до 0,001 м.

На профиле указывают надземные сооружения, поверхность земли, уровень грунтовых вод, глубину заложения по колодцам.

Профиль вычерчивается на миллиметровой бумаге в масштабах: вертикальный - 1:100, горизонтальный - 1:5000.

Под профилем помещают таблицу основных данных по ГОСТ.

Профиль составляется по образцу: см. рис.2.

4. СООРУЖЕНИЯ НА СЕТИ

Одним из основных конструктивных элементов канализационной сети являются колодцы. Их устраивают в местах присоединения трубопроводов, изменения их диаметров и уклонов, глубины заложения, направления, а также на прямолинейных участках сети через определенные расстояния в зависимости от диаметра.

Различают линейные, поворотные, узловые, контрольные, промывные, перепадные и другие.

Смотровые колодцы устраивают на сети для контроля за работой самоотечных коллекторов, их прочистки и вентиляции.

Поворотные колодцы устраивают в местах изменения направления трассы сети. Радиус поворота в колодце должен быть не менее 2-3 диаметров трубы.

Узловые колодцы устраивают во всех точках соединения канализационных линий.

Контрольные - в местах присоединения дворовой и внутриквартальной сети к уличной.

Промывные - в начальных участках канализационной сети, где из-за недостаточных скоростей движения стоков возможно выпадение осадков.

В плане колодцы могут иметь круглую или прямоугольную форму.

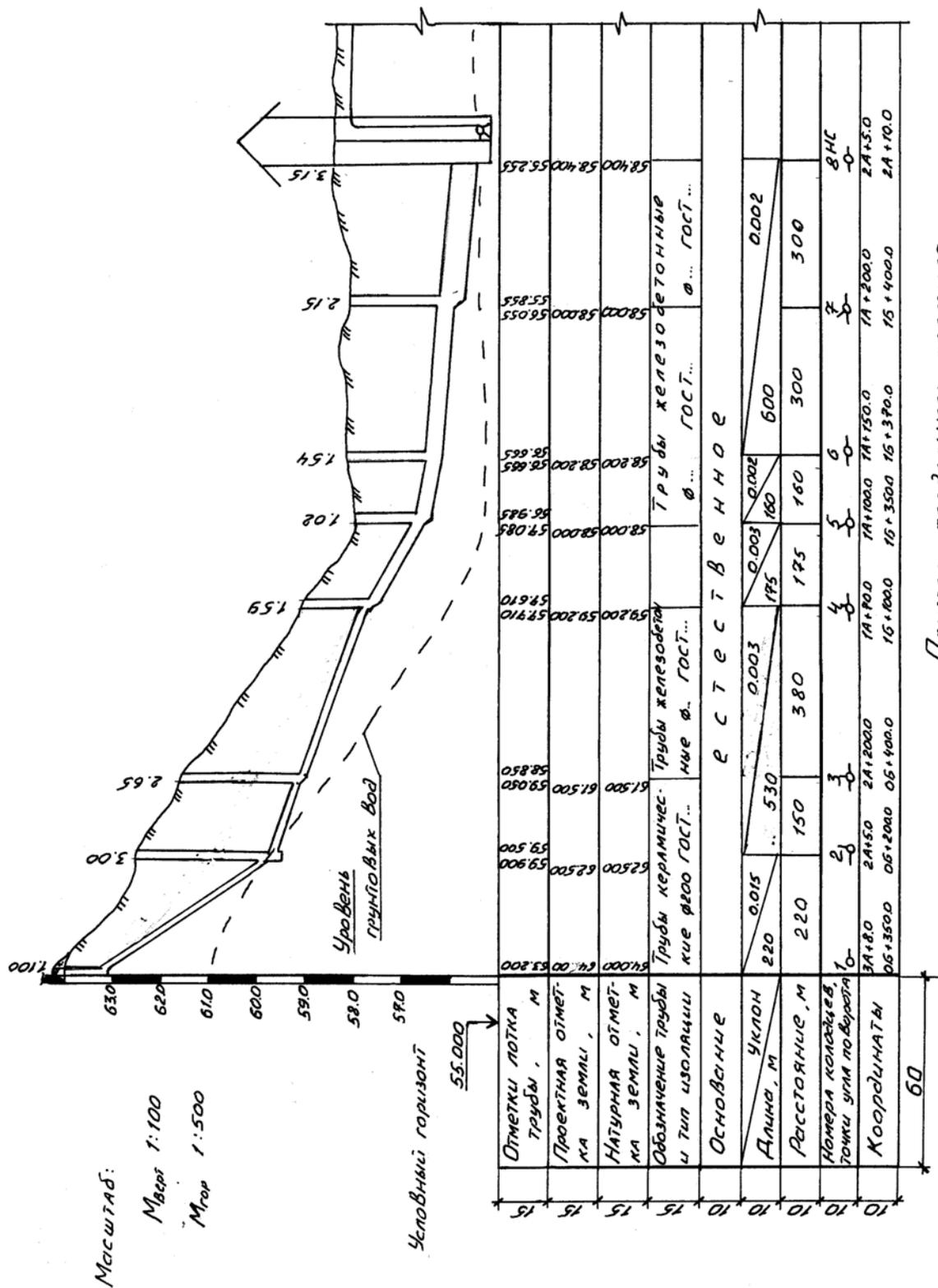


Рис.2

Все колодцы должны выполняться по типовым проектам. Как правило, для строительства канализационных сетей применяют колодцы из сборного железобетона. Применение кирпича, бетона и других местных материалов допускается при соответствующем обосновании.

К сооружениям на канализационных сетях относятся также: дюкеры, насосные станции, перепады, выпуски и другие сооружения специального назначения.

Конструкция одного из сооружений разрабатывается (по заданию руководителя) на стадии технического проекта и должна отвечать конкретным условиям проекта.

5. РАСЧЕТ ЛИВНЕВОЙ СЕТИ

В данном курсовом проекте следует запроектировать дождевую сеть закрытого типа для одного из бассейнов канализования (по указанию руководителя). Отвод ливневых вод производится самотеком.

5.1. Трассировка сети

Трассировка сети начинается с выбора направления главного коллектора, который целесообразно размещать при выраженном рельефе в местах понижения рельефа, а при плоском - в середине бассейна стока. Заканчивается трассировка начертанием боковых второстепенных коллекторов.

Наиболее распространенная схема дождевой сети - перпендикулярная.

5.2. Определение расчетных расходов

Расчетные расходы дождевых вод определяются по методу предельных интенсивностей, в основу которых положена формула:

$$q_r = \frac{z_{mid} * A^{1,2} * F}{t_r^{1,2n-0,1}}, \text{ л/с} \quad (17)$$

где: z_{mid} - среднее значение коэффициента, характеризующего поверхность бассейна стока, определяемое по СНиП; t_r - расчетная продолжительность дождя, мин.; n - параметр, зависящий от географического местонахождения города, определяемый по СНиП; A - определяется по формуле

$$A = 20^n * q_{20} \left(1 + \frac{\lg P}{\lg m_r}\right)^\gamma \quad (18)$$

q_{20} - интенсивность дождя, продолжительностью 20 мин, л/с га, определяется по СНиП;

P - период однократного превышения расчетной интенсивности, в годах, определяется по СНиП;

γ - коэффициент, учитывающий климатические особенности, определяется по СНиП;

m_r - среднее количество дождей за год, принимаемое по СНиП;

F - расчетная площадь стока, га, принимаемая равной всей площади стока или части ее, дающей максимальный расход стока.

Время t_r определяется как сумма:

$$t_r = t_{con} + t_{can} + t_p \quad (19)$$

где t_{con} - время поверхностной концентрации, мин. При наличии внутриквартальной дождевой закрытой сети принимается равным 5 минут, при отсутствии такой сети - 10 минут; t_{can} - время протока дождевых вод по уличным лоткам, в минутах:

$$t_{can} = 0,021 \sum \frac{l_{can}}{V_{can} * 60}, \text{ мин} \quad (20)$$

где l_{can} - длина лотка, м; V_{can} - скорость движения дождевых вод в конце лотка, м/с; 0,021 - коэффициент, учитывающий постепенное нарастание скоростей; t_p - время протока дождевых вод по трубам до расчетного сечения, мин:

$$t_p = 0,017 \sum \frac{l_p}{V_p * 60}, \text{ мин} \quad (21)$$

где 0,017 - коэффициент, учитывающий заполнение; l_p - длина расчетного участка в метрах; V_p - скорость движения воды на расчетном участке, м/с.

Расчетный расход дождевых вод для гидравлического расчета дождевых сетей следует определять по формуле:

$$q_{cal} = \beta * q_r \quad (22)$$

где β - коэффициент, учитывающий заполнение свободной емкости сети в момент возникновения напорного режима, определяемый по СНиП.

5.3. Гидравлический расчет ливневой сети

В данном курсовом проекте предлагается выполнить гидравлический расчет способом, основанном на построении графика удельного стока. Он заключается в следующем:

1. Определяют расход с единицы площади по формулам (22) и (17) в зависимости от величины водонепроницаемых поверхностей. Удельный расход определяют для десяти значений t_p : 0, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45 минут.
2. Решив эти 10 уравнений, строят график зависимости удельного стока от t_p .

3. Зная значение площади стока F для любого участка дождевой сети и время протока по этому участку, t_p , вычисляют расчетный расход дождевых вод как произведение найденной по графику величины $q_{уд}$ на площадь F :

$$q_{cal} = q_{уд} * F, \text{ л/с} \quad (23)$$

Гидравлический расчет ведется в табличной форме. (смотри таблицу 8).

Таблица 8.

Гидравлический расчет ливневой сети

№ участков	Длина участков, м	Площадь стока, га			Скорость, м/с	Продолжительность протока по участку, t_p мин	Продолжительность пробега от начала коллектора, мин	Расходы		
		Собственная	Вышележащая	Расчетная				$q_{уд}$, л/с*га	$q_{усл.чист}$ воль, л/с	Расчетный q_{cal} л/с
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

Диаметр, d мм	уклон, i	Падение уклона	Пропускная способность трубы, л/с	Отметки, м							
				Поверхности земли		Шелыги трубы		Лотка трубы		Глубина заложения, м	
				в начале	в конце	в начале	в конце	в начале	в конце	в начале	в конце
12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23

Расчет ливневой сети осуществляется методом последовательного приближения. Задаются скоростью пробега воды в трубе, затем определяют t_p , находят $q_{уд}$ и вычисляют расход. По расходу подбирают диаметр и уклон трубопровода, проверяют значение фактического расхода и пропускной способности трубы. Допустимое расхождение должно быть в пределах $\pm 5-10\%$.

Глубина заложения должна быть не менее, чем $0,7 \text{ м} + D_{тр}$; соединение труб в колодцах осуществляется по шелыгам.

Параллельно с гидравлическим расчетом ведется построение продольного профиля водостока.

6. РАСЧЕТ КАНАЛИЗАЦИОННОЙ СЕТИ С ПРИМЕНЕНИЕ ЭВМ

6.1. Общие сведения

На ЭВМ по программе kans.exe можно рассчитывать сети, отводящие бытовые и производственные сточные воды.

Канализационные сети должны обеспечивать пропуск расчетных расходов при допустимых в соответствии со СНиП 2.04.03-85 наполнениях трубопроводов и скорости течения жидкости. Скорость течения сточных вод и наполнение трубопровода при заданных значениях расходов будет зависеть от уклонов и диаметров. Для каждого диаметра (в соответствии с действующим сортаментом на трубы) найдены предельные значения расходов и уклонов, при которых обеспечиваются незаиляющие скорости.

Расчет водоотводящих сетей включает:

- вычисление расчетных расходов сточных вод на участках;
- определение диаметров труб на участках;
- назначение такого уклона трубопровода, чтобы соблюдались соотношения: $V_{\min} < V_{\phi} < V_{\max}$;

$$\frac{h}{d} < \frac{h}{d}_{\text{доп}}$$

где V_{\min} - минимальная расчетная скорость движения сточной жидкости, принимаемая по табл.16 СНиП 2.04.03-85 в зависимости от расчетного наполнения $\frac{h}{d}$; V_{\max} - максимальная допустимая скорость движения сточной жидкости, принимаемая в зависимости от материала труб п. 2.36 СНиП 2.04.03-85; V_{ϕ} - расчетная скорость движения сточной жидкости, м/с; $\frac{h}{d}_{\text{доп}}$ - наибольшее допустимое наполнение труб, принимаемое по таблице 16 СНиП 2.04.03-85.

Для производственных сточных вод наименьшие скорости следует принимать в соответствии с указаниями по строительному проектированию предприятий отдельных отраслей промышленности или по эксплуатационным данным. Если по характеру взвешенных веществ, производственные сточные воды близки к бытовым, то наименьшие скорости надлежит принимать как для бытовых сточных вод.

6.2. Порядок выполнения работы. Подготовка исходных данных

На генплане населенного пункта трассируется водоотводящая сеть (рис.3).

Если квартал жилой застройки представляет собой прямоугольник, параллелограмм, трапецию, треугольник или квадрат, в этом случае проводится биссектрисы углов и, соединив точки их пересечения, получают площадь стока (рис. 3).

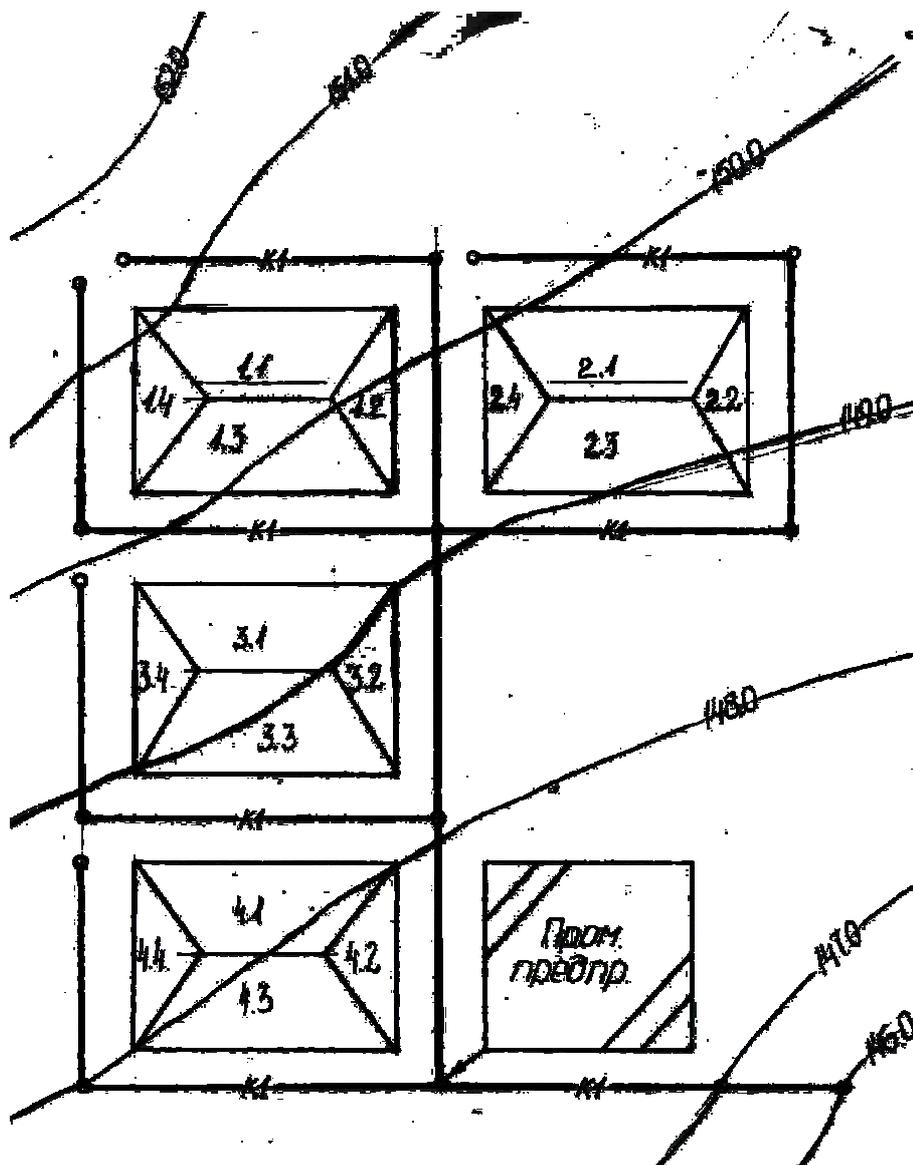


Рис.3

Площади стока, примыкающие к участку, называются тяготеющими и принимается, что весь сток от тяготеющей площади поступает в начало участка.

Определив с помощью линейки геометрические размеры, вычисляют их площади. Площади стока наносят на расчетную схему.

На основании трассировки составляется расчетная схема водоотводящей сети (рис. 4).

На этой схеме узлы изображаются кружками, в которых указывается номер узла, а на выносках проставляется отметка земли и сосредоточенный расход сточной жидкости, поступающей в узел. На линиях указывается: номер участка, равный наименьшему номеру узла, примыкающего к данному участку; длина участка; площадь территории стока, тяготеющей к рассматриваемому участку (площадь стока), га.

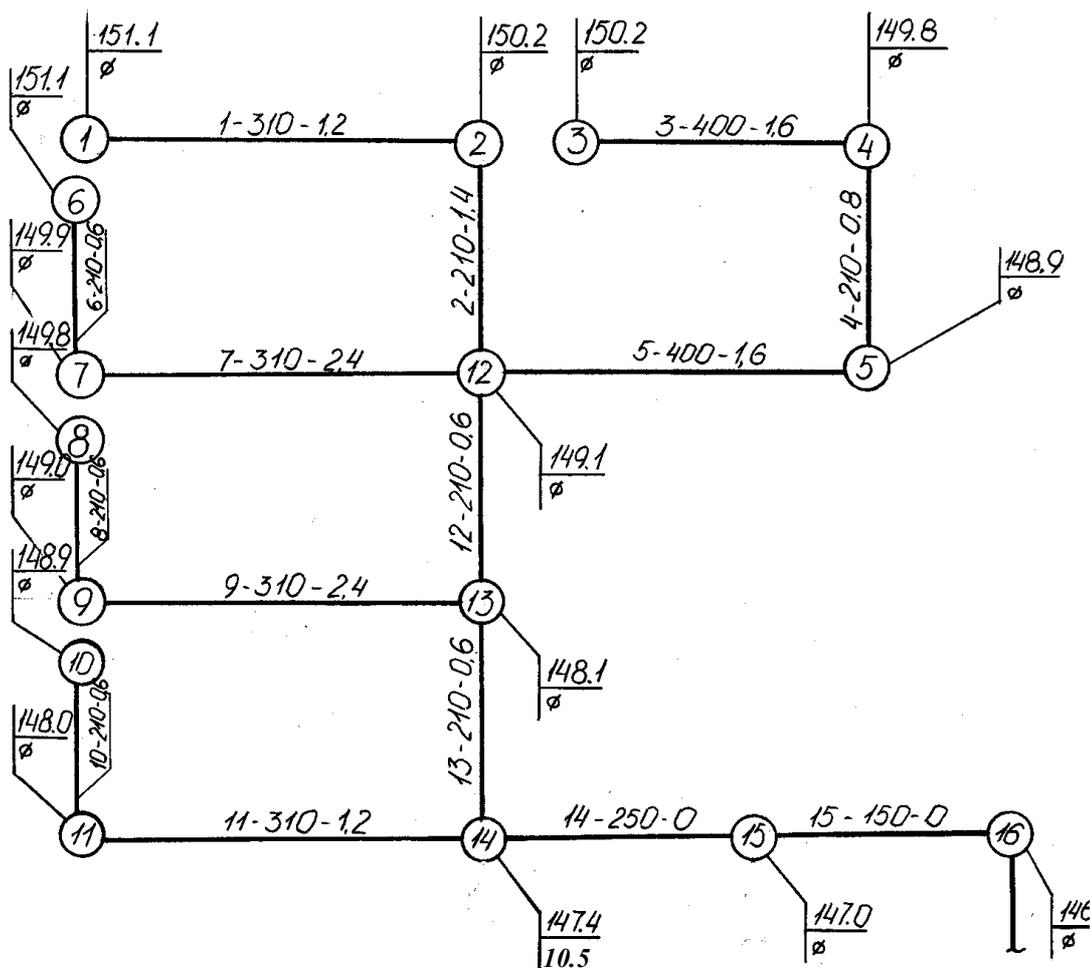


Рис.4

Ключ обозначений:

NU - номер участка

L - длина участка, м

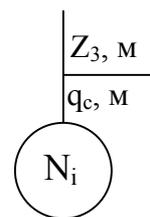
F - площадь стока, га



N_i – номер узла

Z_3 – отметка земли в узле, м

q_c – сосредоточенный расход сточной жидкости, л/с



Порядок нумерации узлов произвольный, однако, целесообразно пользоваться каким-либо правилом обхода узлов сети (змейкой, по кругу и т.п.). Отметки земли в узлах водоотводящей сети определяются по генплану. Сосредоточенные расходы сточных вод принимаются в соответствии с исходными данными для узлов, где расположены промышленные предприятия, школа, баня, прачечная и т.п.

После составления расчетной схемы водоотводящей сети подготавливаются исходные данные для расчета водоотводящей сети на ЭВМ, для этого формируются таблицы 9 и 10.

Таблица 9.

Информация об участках сети

№ участка	№№ узлов		Длина участка, L, м	Площадь стока, F, га
	начало	конец		
1	1	2	310	1,2
2	2	12	210	1,4
3	3	4	400	1,6
4	4	5	210	0,8
5	5	12	400	1,6
...
14	14	15	250	0
15	15	16	150	0

Таблица 10.

Информация об узлах сети

№ узла	Отметка земли, z_3 , м	Сосредоточенный расход q_c , л/с
1	151,1	0
2	150,2	0
...
14	147,4	10,5
15	147,0	0
16	146,0	0

Расчет хозяйственно-бытовой водоотводящей сети выполняется по программе "KANS.EXE" в диалоговом режиме.

Результаты расчета выводятся на печатающее устройство. По результатам расчета строится профиль главного коллектора (от наиболее удаленного узла сети до главной канализационной насосной станции ГКНС).

Перед вводом данных в ЭВМ, бланк с исходными данными проверяется преподавателем.

ЛИТЕРАТУРА

1. Канализация населенных мест и промышленных предприятий (под ред. В.Н.Самохина. – М.: Стройиздат, 1981. – 639 с. – Справочник проектировщика).
2. Карелин Я.А., Яромский В.Н., Евсеева О.Я. Таблицы для гидравлического расчета канализационных сетей из пластмассовых труб круглого сечения. – М.: Стройиздат, 1986. – 55 с. – (Справочное пособие).
3. Лукиных А.А., Лукиных Н.А. Таблицы для гидравлического расчета канализационных сетей и дюкеров по формуле акад. Н. Н. Павловского. – М.: Стройиздат, 1974. – 160 с.
4. СНиП 2.04.03-85 Канализация. Наружные сети и сооружения. – М.: Стройиздат, 1986. – 73 с.
5. Стандарт института.
6. Типовые проектные решения. 902-09-22.84. Колодцы канализационные. Альбомы I – VI.
7. Федоров Н.Ф., Курганов А.М., Алексеев М.И. Канализационные сети. - М.: Стройиздат, 1985. – 223 с. – (Примеры расчета).

Учебное издание

Составители: Виктор Николаевич Яромский
Людмила Лаврентьевна Пойта
Вячеслав Леонтьевич Ковальчук

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
к выполнению курсового проекта
“Водоотводящая сеть города”
(с применением ЭВМ)
по дисциплинам “Водоотводящие системы и
сооружения” и “Водоотведение и очистка сточных вод”
для специализации Т.19.06.01, Т.19.06.03 и Т.19.06.04
дневного и заочного обучения

Ответственный за выпуск: Пойта Л.Л.

Редактор: Строкач Т.В.

Корректор: Никитчик Е.В.

Подписано к печати 19.02.2001 Формат 60x84 ¹/₁₆ Бумага Снегурочка. Гарнитура Times New Roman. Усл. п.л. 1.4 Уч. изд. л. 1.5 Тираж 150 экз Заказ № 581. Отпечатано на ризографе Учреждения образования «Брестского государственного технического университета». 224017, Брест, ул. Московская, 267.